

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
NÚCLEO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA

Marcelo de Rezende Vergara

APACHE x IIS: Comparações Entre os Servidores Web
Mais Adotados

Rio de Janeiro

2010

Marcelo de Rezende Vergara

APACHE x IIS: Comparação Entre os Servidores Web Mais Adotados

Projeto final de curso submetido ao Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de pós-graduado em gerência de tecnologia na área de redes de computadores.

Orientador:

Moacyr Henrique Cruz De Azevedo, M.Sc., UFRJ, Brasil

Rio de Janeiro

2010

Marcelo de Rezende Vergara

APACHE x IIS: Comparação Entre os Servidores Web Mais Adotados

Projeto final de curso submetido ao Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de pós-graduado em gerência de tecnologia na área de redes de computadores.

Aprovada em março de 2010



Moacyr Henrique Cruz De Azevedo, M.Sc., UFRJ, Brasil

À minha mãe e ao meu pai (*in memoriam*). Eles merecem tudo. E a minha esposa Flavia que me apóia nas difíceis decisões da vida.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Google e à Sun pelas ferramentas que têm disponibilizado a comunidade digital.

RESUMO

VERGARA, Marcelo de Rezende. **APACHE x IIS: Comparações Entre os Servidores Web Mais Adotados**. Rio de Janeiro, 2007. Monografia (Pós-Graduação em Gerência de Redes de Computadores) – Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Esse trabalho tem o objetivo de verificar as semelhanças e diferenças entre os dois servidores Web mais utilizados na Internet. O estudo será feito com base em referenciais teóricos e experimentos. Com os dados obtidos durante os experimentos serão feitas análises para mostrar como se comportam esses dois serviços em situações diversas. Os servidores Web utilizados no estudo são o Apache e o *Internet Information Services* (IIS) da Microsoft®. Os experimentos utilizarão uma ferramenta chamada JMeter, um aplicativo Java que simula requisições de clientes Web (*browsers*) e cria relatórios analíticos dessas requisições.

ABSTRACT

VERGARA, Marcelo de Rezende. **Apache x IIS: Comparações Entre os Servidores Web Mais Adotados**. Rio de Janeiro, 2007. Monografia (Pós-Graduação em Gerência de Redes de Computadores) – Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

This work objective is checking the similarities and differences between two Web servers very much used in the Internet. The study will be done on basis of theoretical referential systems and experiments. With the data obtained during the experiments, analyses will be done to show the behavior of these two services in different situations. The Web servers used in the study are the Apache and Internet Information Service (IIS) of Microsoft®. The experiments will use a Java applications program called JMeter, a program that simulates Web clients' requests and creates analytical reports of these requests.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Interface JMeter	19
Figura 2 – Topologia de Rede do Ambiente de Testes	21
Figura 3 – Interface JPerf	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatia do Mercado dos Servidores Web Mais Usados

13

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 – Resultado dos Testes Preliminares	20
Quadro 2 – Tamanho dos Diretórios Virtuais	22
Quadro 3 – Tráfego Mensurado Cliente Servidor	25
Quadro 4 – Média Aferida no Primeiro Ciclo de Testes	26
Quadro 5 – Média Aferida no Segundo Ciclo de Testes	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CGI	Common Gateway Interface
DNS	Domain Name System
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IIS	Internet Information Services
ms	Milisegundos
SSL	Secure Scket Layer
TCP	Transmission Control Protocol
TLS	Transport Layer Security
URL	Uniform Resource Locator

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	13
1.1. MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA	13
1.2. OBJETIVO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. BREVE HISTÓRICO DOS SERVIDORES WEB	15
2.2. PRINCIPAIS SERVIDORES WEB DA ATUALIDADE	16
2.3. ASPÉCTOS PERTINENTES AOS SERVIDORES WEB	16
3 METODOLOGIA	18
3.1. A FERRAMENTA JMETER	18
3.2. OS SERVIDORES WEB E OS SISTEMAS OPERACIONAIS	20
3.3. ESTRUTURA DOS TESTES	21
3.4. ROTEIRO DOS TESTES	22
3.5. VERIFICAÇÃO DA CONECTIVIDADE	23
3.6. ANÁLISE DAS AMOSTRAS	26
4 ANÁLISE DOS DADOS	28
4.1. ERROS	28
4.2. CAPACIDADE DE ATENDER REQUISIÇÕES	28
4.3. TEMPO DE RESPOSTA	29
5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	31
6 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
7 ANEXOS	33
7.1. ANEXO A - Relatório do Teste Executado com o lperf	
7.2. ANEXO B - Anexo C – Resultados do Primeiro Ciclo de Testes	
7.3. ANEXO C - Anexo C – Resultados do Segundo Ciclo de Testes	

1 INTRODUÇÃO

Um servidor Web é uma máquina computacional que inclui um software capaz de responder requisições HTTP de máquinas clientes. A máquina servidora e a máquina cliente fazem parte de uma arquitetura conhecida como *World Wide Web* (ou WWW). “Em dez anos, ela deixou de ser um meio de distribuição de dados sobre física de alta energia para se tornar a aplicação que milhões de pessoas consideram ser a Internet” [1]

Developer	February 2010	Percent	March 2010	Percent	Change
Apache	112,903,926	54.46%	112,747,166	54.55%	0.09
Microsoft	50,928,226	24.57%	50,572,540	24.47%	-0.10
Google	14,315,464	6.91%	14,592,133	7.06%	0.16
nginx	13,978,719	6.74%	12,673,962	6.13%	-0.61
lighttpd	1,097,685	0.53%	1,657,584	0.80%	0.27

Tabela 1- Fatia do Mercado dos Servidores Web Mais Usados [2].

1.1 MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA

Com um crescimento e popularização incessante, a Internet tornou-se uma entidade presente em muitos lares. Algumas pesquisas comparam seu poder de atração ao da televisão, pois além do vasto conteúdo disponível, ela tem um potencial de entretenimento e interatividade nunca oferecidos por qualquer outro tipo de serviço. É um fenômeno recente e grandioso e, por isso, fazem-se necessários estudos sobre seu comportamento, funcionamento e tendências.

1.2 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é fazer uma comparação quantitativa sobre o comportamento dos dois servidores Web mais utilizados na atualidade (Tabela 1): Apache (<http://httpd.apache.org/>) e IIS, ou Internet Information Services, da Microsoft®. Serão testados o desempenho e escalabilidade¹ de cada um.

¹ Escalabilidade: capacidade do sistema de absorver um crescimento de forma uniforme sem alterações significativas no desempenho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abrange um breve histórico dos servidores Web, mostrando seu nascimento e evolução. Também faz parte do referencial teórico uma lista de características importantes que um servidor Web deve possuir. Esse levantamento será feito através de leituras sobre o assunto e consultas a sites especializados no assunto. Um dos sites é o *World Wide Web Consortium* (www.w3c.org). Outro site é o Netcraft (www.netcraft.net) que possui estatísticas de acesso a servidores e quais servidores são mais usados na atualidade.

O último ponto levantado no referencial teórico serão os pontos relevantes para o bom funcionamento de servidores Web. Esses requisitos serão de suma importância para as análises subseqüentes dos relatórios gerados pelos testes executados nessa pesquisa.

2.1 BREVE HISTÓRICO DOS SERVIDORES WEB

O primeiro servidor Web, chamado httpd, foi desenvolvido por Tim Berners-Lee (com a ajuda de Robert Cailliau) no início de 1990 na Organização Europeia para Pesquisas Nucleares (CERN). Segundo Lee, o objetivo era publicar o conteúdo de pesquisas realizadas em uma máquina para que outros pesquisadores tivessem acesso sem restrições. Ele aproveitou a estrutura da Internet existente (IP², TCP³ e DNS⁴) e agregou o seu protocolo HTTP. Nascia aí a World Wide Web, ou WWW como é mais conhecida.

² IP: ou *Internet Protocol*, é o protocolo responsável pelo endereçamento de redes e computadores na Internet.

³ TCP: ou *Transmission Control Protocol*, é o protocolo que atua em conjunto com o IP para garantir a entrega dos pacotes.

⁴ DNS: ou *Domain Name System*, é o sistema responsável pela tradução de nomes de máquinas e domínios em IPs.

2.2 PRINCIPAIS SERVIDORES WEB

Como demonstrado na tabela 1, os principais servidores Web são o IIS e o Apache. Os outros servidores - nginx, Sun, Google, Lighthttpd, Zeus, entre outros - não chegam a ocupar 15% da fatia de mercado.

Um dos servidores Web a serem testados é o IIS, que é o servidor Web da Microsoft. Ele é disponibilizado com os seus sistemas operacionais servidores e clientes. A primeira versão foi introduzida com o Windows NT Server versão 4 e ao longo dos anos, novas versões foram criadas agregando novas funcionalidades.

O servidor mais usado ao longo dos últimos anos, o Apache, será o outro servidor Web testado. Esse serviço é conhecido pelo seu código-fonte aberto. Isso permite que distribuições GNU/Linux e até usuários finais editem seu código e o compilem para melhor atender às necessidades específicas. A versão utilizada será a distribuída junto ao Fedora 10, o Apache 2.2.10.

2.3 ASPÉCTOS PERTINENTES AOS SERVIDORES WEB

Servidores Web são, em geral, simples de instalar e operar. “Os serviços Web estão muito abaixo de e-mail e DNS em termos de complexidade e dificuldade de operação” [3]. Basicamente, um serviço Web recebe uma requisição de um *browser*⁵, executa algum processamento e entrega o conteúdo de volta ao *browser*.

Como normalmente um servidor Web atende a muitos clientes, ele deve ser capaz de atender requisições concorrentes e as processar o mais rápido possível, isto é, ser robusto e ter um bom desempenho quando a demanda for grande.

Há outros pontos que não serão abordados no presente projeto como, por exemplo, os problemas relacionados à segurança, o suporte a outros protocolos

⁵ *Browser*: ou navegador, é um *software* responsável por, além de outras coisas, mostrar o conteúdo de um site ao usuário final. Exemplos desse *software* são o Internet Explorer®, Firefox, Google Chrome e Safari.

que não o HTTP, criptografia (SSL e TLS), suporte a scripts CGI⁶ e avaliação da curva de aprendizagem na avaliação operacional dos serviços Web.

⁶ CGI: ou *Common Gateway Interface*, é uma tecnologia que permite a geração de páginas Web dinâmicas.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada através de testes objetivos. Nesses testes foi usada a ferramenta JMeter (<http://jakarta.apache.org/jmeter/>) em um computador cliente. Através de uma rede *wireless 802.11n draft*⁷, o computador cliente será capaz de executar conexões aos servidores Web IIS e Apache. Esses servidores Web foram instalados em dois sistemas operacionais. O Windows Server 2003 que foi o host do serviço IIS, e o Fedora 10 que foi o host do serviço Apache, foram instalados virtualmente através do software Microsoft® Virtual Server 2005 R2 SP1.

3.1 A FERRAMENTA JMETER

JMeter é um software desenvolvido em Java que simula requisições HTTP (GET, POST, HEAD, PUT, OPTIONS, TRACE e DELETE) e gera relatórios baseados nos resultados das requisições executadas. A ferramenta oferece a oportunidade de simular muitos clientes executando requisições simultâneas.

A figura 1 mostra a interface do JMeter com alguns testes e relatórios configurados.

A referida ferramenta será responsável pela execução dos testes e coleta dos dados. Os resultados obtidos com a ferramenta, que serão objetos de comparação entre as plataformas IIS e Apache, são:

- Rótulo – identificador do diretório virtual (ver item 3.3 Estrutura dos Testes);
- Número de Amostras - é a quantidade de requisições executadas a determinada URL⁸;

⁷ *Wireless 802n Draf*: protocolo IEEE que rege redes sem fio que chagam a taxas de até 300 Mbps.

⁸ URL: ou Uniform Resource Locator, é uma cadeia de caracteres que permite localizar serviços na internet, por exemplo, www.google.com.

- Média - tempo médio em milissegundo (ms) que as amostras levaram para ser executadas;
- Mediana - média em ms da tendência central. 50% das amostras não levam mais que esse valor para executar a requisição;
- 90% Line - 90% das amostras não levam mais do que esse valor (em ms) para executar a requisição;
- Min - o menor tempo (em ms) que uma requisição levou para ser atendida;
- Max - o maior tempo (em ms) que uma requisição levou para ser atendida;
- Erros (%) - percentagem do número de amostras que não obtiveram sucesso;
- Throughput - vazão medida em requisições por segundo;
- KB/sec - vazão medida em kilobytes por segundo.

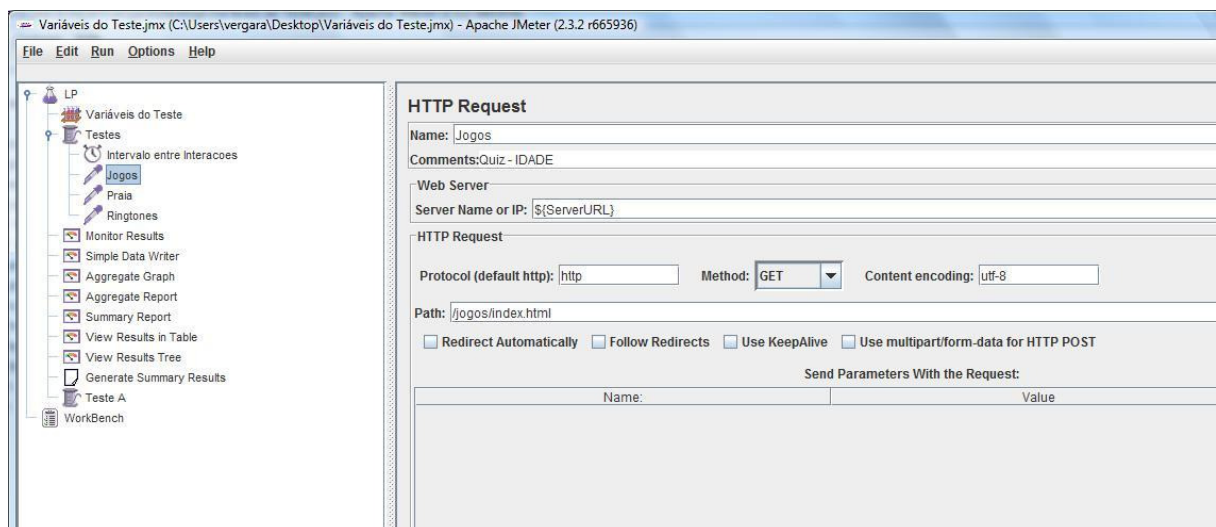


Figura 1 – Interface JMeter

Abaixo segue um quadro com o resultado de quatro testes realizados. Dois testes foram realizados em URLs hospedadas em um servidor Windows 2003 e os outros dois foram realizados em URLs hospedadas em um servidor Fedora 10. Os detalhes e as comparações serão discutidos mais a frente nesse trabalho.

Quadro 1 - Resultado dos Testes Preliminares

Teste	Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
W2003_1	jogos	30	34	25	108	16	144	0	1,0/sec	5,9
W2003_2	jogos	30	33	26	72	15	160	0	1,0/sec	5,9
Fed10_1	jogos	30	33	29	71	22	100	0	1,0/sec	5,8
Fed10_2	jogos	30	41	36	47	25	188	0	1,0/sec	5,8

3.2 OS SERVIDORES WEB E OS SISTEMAS OPERACIONAIS

O primeiro sistema operacional, o Windows® Server 2003 com o *Web server* IIS 6.0, foi instalado em uma máquina virtual. A versão atual do IIS a 7.0, só é encontrada na versão cliente do sistema operacional da Microsoft® Windows Vista® e no servidor Windows 2008. O presente projeto se limita ao uso do Windows Server 2003, com o IIS versão 6.0 por causa de limitações de conexões imposta no Windows Vista e também por causa da incompatibilidade do software utilizado para virtualização dos sistemas operacionais com o Windows Server 2008. O Virtual Server 2005®, serviço da Microsoft disponibilizado gratuitamente através da Web, possibilita a instalação de diversos sistemas operacionais.

Vale ressaltar que Mike Volodarsky [4], gerente do time de desenvolvimento de plataformas Web da Microsoft®, informa que a nova versão 7.0 do IIS traz melhorias no desempenho do serviço, mas o presente estudo não poderá testá-las por causa dos motivos acima.

O segundo sistema operacional foi instalado em outra máquina virtual com a mesma configuração usada na máquina virtual em que o Microsoft Windows foi instalado. Trata-se de um GNU/Linux⁹ chamado Fedora 10. Nesse sistema foi instalado o servidor Web Apache versão 2.2.10. A escolha do Fedora como sistema

⁹ GNU/Linux: GNU são as ferramentas (ou utilitários) utilizadas no sistema operacional (kernel) Linux. Vale ressaltar que, erroneamente chamamos de Linux sistemas operacionais como Red Hat, Debian e Fedora, sem o GNU não seriam operacionais [5].

operacional que abrigou o Apache se dá pela familiaridade que o autor desse trabalho tem com ele.

Os dois sistemas operacionais executam sobre um hardware virtual com arquitetura x86 e as máquinas virtuais que os hospeda possuem configurações idênticas de processamento, memória e conectividade. Isso tudo para que o resultado das amostras coletadas durante os testes não seja contaminado por variáveis externas não controladas.

3.3 ESTRUTURA DOS TESTES

Os testes consistem em consultas HTTP do tipo GET a 3 URLs hospedadas no servidor Fedora 10 e no servidor Windows 2003. Na figura 2 é exemplificando a topologia montada para execução dos testes:

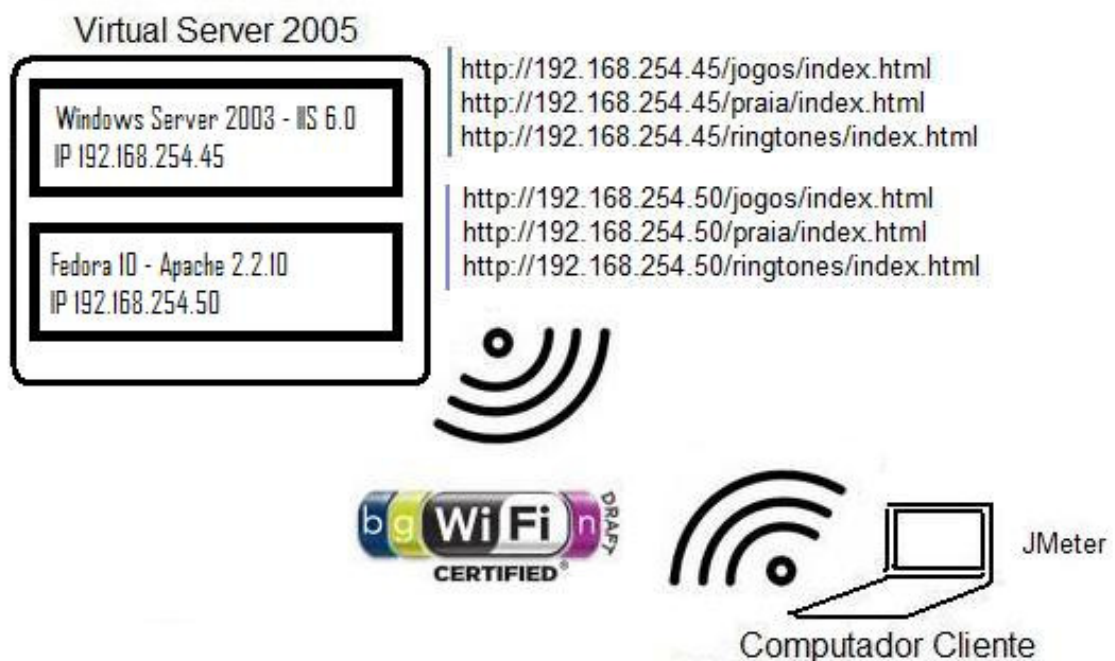


Figura 2 – Topologia de Rede do Ambiente de Testes

Todas as URLs são formadas da seguinte forma:

- <protocolo>://<endereço IP>/<diretório virtual>/<documento>

No cenário usado nos testes, o protocolo corresponde ao HTTP e o endereço da rede é 192.168.254.0/24. O IP 192.168.254.45 é o endereço do Windows Server 2003 e o IP 192.168.254.50 corresponde ao endereço do servidor Fedora 10. O computador cliente, hospedeiro do software Jmeter possui o IP 192.168.254.100.

Os três diretórios virtuais – jogos, praia e ringtones – são pastas contendo arquivos texto e imagens a serem disponibilizados pelos dois servidores. Vale ressaltar que mesmo estando em servidores diferentes, o conteúdo dos diretórios virtuais é idêntico entre seus pares, isto é, <http://192.168.254.45/jogos/index.html> possui o mesmo tamanho e conteúdo (textos e imagens) que <http://192.168.254.50/jogos/index.html>. O quadro 2 exibe o tamanho de cada diretório virtual.

Quadro 2 - Tamanho dos Diretórios Virtuais

Diretório Virtual	Sistema Operacional	Tamanho (em KB)
Jogos	Fed10	86,9
Jogos	Win2003	86,9
Praia	Fed10	26,2
Praia	Win2003	26,1
Ringtones	Fed10	42,5
Ringtones	Win2003	42,5

3.4 ROTEIRO DOS TESTES

Os testes foram executados separadamente, um servidor Web primeiro e depois o outro. Os resultados serão apresentados posteriormente nesse trabalho.

O JMeter foi configurado com um cenário que executa requisições do tipo HTTP GET aos três diretórios virtuais mencionados acima. O cenário possui um

tempo de execução de 10 minutos e simula 30 usuários executando requisições. Cada usuário executa requisições com intervalo de 5 segundos.

Após a coleta dos dados, foi verificado que havia uma equidade parcial no comportamento dos servidores. Ambos não apresentaram erros e não tiveram altas significativas de processamento. Com isso, foi executada uma nova bateria de testes, similar a primeira, porém com 60 usuários executando requisições com intervalo de 2,5 segundos em um período de 5 minutos. O objetivo dessa segunda etapa é aumentar a carga e averiguar se há diferenças significativas no comportamento dos servidores Web quando há uma maior demanda pelo serviço. A escolha por um tempo de execução dos testes de 5 minutos nessa segunda etapa, ao invés de 10 minutos configurados na primeira etapa, deve-se ao fato de não ter sido verificado variações significativas dentro do cenário que justificasse um período tão estendido.

Uma das variáveis do cenário configurado no JMeter, chamada *ServerURL*, contém o IP do servidor testado no cenário. Após a execução do teste no primeiro *Web server*, os dados foram coletados. Apenas o IP contido na variável *ServerURL* foi trocado para o endereço IP do segundo *Web server*, para a execução dos testes e coleta dos resultados.

Como será visto no tópico 3.6 (Análise das Amostras), o JMeter tenta equilibrar as requisições dos usuários de forma que os três diretórios virtuais, contidos em cada um dos servidores testados, recebam o mesmo número de requisições.

3.5 VERIFICAÇÃO DA CONECTIVIDADE

Para verificar e excluir a possibilidade de contaminação dos testes por problemas de conectividade e velocidade de transmissão, foi usado o software

Iperf (<http://sourceforge.net/projects/iperf/>) para medir a capacidade e consistência da transmissão de dados entre o cliente, que hospedou o JMeter, e os servidores Windows e Fedora.

Ele foi originalmente criado para executar em servidores/clientes Unix e posteriormente foi criada uma versão para Windows chamada JPerf.

O Iperf (ou JPerf) é um software que permite a execução de testes de conectividade TCP e UDP. Ele possui algumas opções de customização dos testes como, por exemplo, o tamanho a ser utilizado pelo *buffer* TCP e também o tamanho da janela TCP a ser utilizada no teste. O mesmo software, depois de instalado, pode fazer tanto o papel de servidor (atendendo requisições de conexão) ou de cliente (executando requisições de conexão).

Em ciência da computação, *buffer* é uma técnica usada para minimizar o atraso em operações de entrada/saída de dados. No protocolo TCP ele é usado para auxiliar o controle de fluxo da comunicação entre duas estações [6].

Para uma utilização mais eficiente das redes de alta largura de banda, um maior tamanho da janela TCP pode ser utilizado. O campo de tamanho da janela TCP controla o fluxo de dados e seu valor é limitado a entre 2 e 65.535 bytes [7].

No Fedora o Iperf foi executado através de linha de comando, no modo de execução servidor, atendendo as requisições do cliente JPerf instalado na mesma máquina que executou os testes com o JMeter, um Windows Vista. Já no Windows Server 2003 foi instalado o JPerf que também foi configurado para executar no modo servidor atendendo as requisições do cliente – Windows Vista - que executou os testes com o JMeter.

As configurações usadas em ambos os testes, Windows e Linux, foram:

- O servidor escuta requisições que tenham como destino a porta TCP 5001;

- Janela TCP com tamanho de 8 Kbytes;
- Intervalo de transmissão do cliente igual a 1 segundo.

A figura 3, localizado na próxima página, mostra a interface gráfica do JPerf operando no modo cliente em uma estação Windows.

Figura 3 – Interface JPerf

O quadro 3 demonstra a média obtida em um teste de trinta segundos para cada um dos servidores. O Anexo A possui o relatório detalhado, extraído do software lperf/JPerf, de cada teste executado para obtenção das médias abaixo.

Quadro 3 – Tráfego Mensurado Cliente Servidor

Servidor	Quantidade Transferida	Vazão
Windows	9728 KBytes	7958 Kbits/sec
Fedora	9136 KBytes	7471 Kbits/sec

A pequena diferença demonstrada nos testes com o lperf/JPerf podem ser atribuídas a implementações diferentes do protocolo TCP encontradas no Fedora e no Windows. Como o cliente Windows Vista possui a mesma implementação do protocolo TCP, isso pode ter aferido uma pequena vantagem do Windows Server 2003 em relação ao Fedora. Porém, o teste alcançou o objetivo mostrando que a rede possui alta velocidade de transmissão e atende aos requisitos mínimos de confiabilidade, estabilidade e capacidade de vazão para os testes com os servidores Web.

3.6 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

Os testes foram executados em dois ciclos. No primeiro foram executados cinco testes para cada servidor. Cada teste foi composto por um cenário montado

conforme descrito no item 3.4 (Roteiro dos Testes) com 30 usuários executando requisições a cada 5 segundos em um intervalo de 10 minutos.

O quadro 4 demonstra os resultados obtidos no primeiro ciclo de testes.

Quadro 4 – Média Aferida no Primeiro Ciclo de Testes

Teste	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Apache	1327,2	4,8	5	6,5	2,4	106,2	0	2,234684492	13
IIS	1386	5,4	2,8	4,4	1,4	745,4	0	2,337456209	13,56

Os resultados completos dessa primeira bateria de testes estão no Anexo C - Resultados do Primeiro Ciclo de Testes.

Os números mostram que o IIS obteve vantagem no que diz respeito à quantidade de dados que consegue dispor aos clientes e também à quantidade de requisições atendidas por segundo, 2,34 contra 2,22 do Apache. Porém o Apache mostrou ser um serviço mais rápido, média de 4,8 ms contra 5,4 ms em relação ao tempo de resposta à requisição.

Como foi verificado após a coleta dos testes mencionados acima, constatou-se que havia uma oportunidade de aumentar a carga dos testes e colher novos dados para medir o comportamento dos servidores Web sob condições em que a carga de requisições fosse aumentada.

Para aumentar a carga dos testes, foi configurado um segundo ciclo de testes com um cenário que duplicou o número de usuários (de 30 para 60) e dividiu o tempo em que cada usuário esperava para fazer uma nova requisição (5 segundos para 2,5 segundos).

Quadro 5 – Média Aferida no Segundo Ciclo de Testes

Teste	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Apache	7032,8	6,4	4,6	9,4	2	387	0	2,345134697	13,56
IIS	7036,2	4,8	2,4	6,2	1	1335,2	0	2,346962711	14,02

Ao contrário do que foi apresentado no primeiro ciclo de testes, o Apache demonstrou menor velocidade em responder às requisições com média de 6,4 ms contra 4,8 ms do IIS. Porém, novamente o IIS mostrou melhor capacidade trafegar dados com 14,02 KB por segundo, enquanto o Apache apresentou 13,56 KB por segundo.

Os resultados completos dessas duas baterias de testes estão no Anexo C - Resultados do Segundo Ciclo de Testes.

4 ANÁLISE DOS DADOS

4.1 ERROS

Nenhum dos servidores apresentou erros durante a execução dos testes. Todas as requisições foram atendidas com tempo inferior a 2,9 segundos. Os dados sobre tempo de resposta serão discutidos mais a frente. Apesar de não apresentar erros, o IIS obteve algumas amostras com tempo muito superior as médias dos testes dos dois servidores.

O tempo máximo em atender uma requisição de aproximadamente 2,9 ms foi extraído na segunda bateria de testes, a de maior carga, do servidor IIS. Nesse quesito, o Apache apresentou tempo máximo de 717 ms.

4.2 CAPACIDADE DE ATENDER REQUISIÇÕES

O tempo de execução dos dois ciclos de testes, um com menos carga e outro com maior carga, foi igual para ambos os servidores. O número de amostras coletadas no primeiro ciclo de teste (o de menor carga) e no segundo ciclo de testes confirmou uma pequena superioridade do IIS em atender requisições.

Os testes com menor carga de requisições, que tiveram cinco execuções, o Apache obteve uma média de 1327,2 amostras por teste. Já o número de amostras médias por teste obtido pelo IIS foi de 1386 amostras. Nesse caso, o IIS conseguiu atender mais requisições que o Apache.

No segundo ciclo de testes, em que foi empenhado um maior número de usuários e intervalo menor entre as requisições dos usuários, o Apache conseguiu entregar uma média de 7032,8 amostras e o IIS 7036,2 amostras.

O *throughput*, que é a capacidade de atender requisições por segundo, apresentou uma pequena vantagem para o IIS. Ambos servidores apresentaram valores médios de 2,3 requisições atendidas por segundo.

4.3 TEMPO DE RESPOSTA

No quesito tempo de resposta, o Apache apresentou uma boa vantagem em relação ao IIS nos testes com menor carga. Ele obteve uma média de 4,8 ms, enquanto o IIS apresentou uma média de 5,4 ms. Já nos testes com maior carga, o IIS teve uma boa vantagem em relação ao Apache conseguindo uma média de 4,8 ms contra 6,4 ms do servidor *Web open source*¹⁰.

Verificando o detalhamento dos testes (Anexo B), pode-se observar na coluna “Max” que o IIS teve em alguns momentos tempos de resposta muito altos com valores aproximados de 2,9 ms, porém apresentou o menor tempo de resposta médio no primeiro ciclo de testes – 1,4 ms - e uma média ainda melhor nos testes com maior carga, 1 ms.

Com isso podemos verificar que o Apache se manteve mais estável em relação ao IIS, no quesito tempo de resposta. Para corroborar essa afirmação basta verificar que no teste em que a carga foi maior, o IIS apresentou 90% das amostras com menos de 4,8 ms, porém conseguiu responder requisições em 1 ms. Já o

¹⁰ O termo código aberto, ou open source em inglês, foi criado pela OSI (*Open Source Initiative*) e refere-se a *software* também conhecido por *software* livre. Genericamente se trata de *software* que respeita as quatro liberdades definidas pela *Free Software Foundation*, inspiradas no projeto Debian, nomeadamente em "Debian Free Software Guidelines (DFSG)". Qualquer licença de *software* livre é também uma licença de código aberto (Open Source), a diferença entre as duas nomenclaturas reside essencialmente na sua apresentação; Enquanto a FSF usa o termo "Software Livre" envolta de um discurso baseado em questões éticas, direitos e liberdade, a OSI usa o termo "Código Aberto" sob um ponto de vista puramente técnico, evitando (propositadamente) questões éticas. Esta nomenclatura e discurso foram cunhados por Eric Raymond e outros fundadores da OSI com o objetivo de apresentar o *software* livre a empresas de uma forma mais comercial evitando o discurso ético [8].

Apache apresentou 90% das amostras com 9,4 ms e respondeu requisições com no mínimo 2 ms.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho se propôs a colocar em prática métodos objetivos de quantificar a diferença entre os dois servidores Web mais usados na atualidade. Apache e IIS são softwares de serviço que têm se aprimorado ao longo dos anos. Ambos mostraram alta eficiência e confiabilidade nos testes executados. Nenhuma diferença significativa pôde ser extraída dos testes para apontar o melhor Web Server.

O que parece influir mais no serviço de oferecer páginas estáticas são outros requisitos como capacidade de processamento, memória RAM, conexão que o servidor possui com a internet, além de aspectos de segurança, que é um dos principais temas da atualidade.

Nenhum desses aspectos foi mensurado no presente trabalho pois a proposta era demonstrar como conseguir números objetivos de desempenho. Nesse ponto ambos serviços WEB, IIS e Apache, mostraram que desempenham suas funções de forma exemplar.

Se ainda há dúvidas quanto à capacidade dos servidores, é necessário executar testes com clientes que consigam executar maior capacidade de processamento ou distribuir os clientes JMeter em várias estações para simular um alto nível de tráfego.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] TANENBAUM, A. S. Redes de Computadores. Quarta edição. Editora Campus, 2003.
- [2] April 2010 Web Server Survey.
http://news.netcraft.com/archives/2005/04/01/april_2005_web_server_survey.html. Acesso em 28 de março de 2010.
- [3] NEMETH, E., SNYDER, G., HEIN, T. R. Manual Completo do Linux. Segunda Edição. Pearson Education do Brasil, 2007.
- [4] VOLODARSKY, Mike. *IIS 7.0 Explore The Web Server For Windows Vista And Beyond*. Disponível em:
<http://msdn.microsoft.com/msdnmag/issues/07/03/IIS7/default.aspx?loc=en>. Acesso em 20 de março de 2010.
- [5] MOTA FILHO, João Eriberto. Descobrindo o Linux. Segunda Edição. Editora Novatec, 2007.
- [6] Maia, L.P.; Machado, F.B. Arquitetura de Sistemas Operacionais. Segunda Edição. Editora LTC S. A., 1997.
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol#Window_scaling. Acesso em 28 de março de 2010.
- [8] http://pt.wikipedia.org/wiki/Código_aberto. Acesso em 5 de abril de 2010.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO A – Relatório do Teste Executado com o Iperf

Cliente Windows e Servidor Fedora

Intervalo			Transfer		Bandwidth	
0.0-	1.0	sec	888	KBytes	7274	Kbits/sec
1.0-	2.0	sec	976	KBytes	7995	Kbits/sec
2.0-	3.0	sec	1024	KBytes	8389	Kbits/sec
3.0-	4.0	sec	728	KBytes	5964	Kbits/sec
4.0-	5.0	sec	864	KBytes	7078	Kbits/sec
5.0-	6.0	sec	912	KBytes	7471	Kbits/sec
6.0-	7.0	sec	920	KBytes	7537	Kbits/sec
7.0-	8.0	sec	992	KBytes	8126	Kbits/sec
8.0-	9.0	sec	984	KBytes	8061	Kbits/sec
9.0-	10.0	sec	840	KBytes	6881	Kbits/sec
0.0-10.0		sec	9136	KBytes	7471	Kbits/sec

Cliente Windows e Servidor Windows 2003

Intervalo			Transfer		Bandwidth	
0.0-	1.0	sec	928	KBytes	7602	Kbits/sec
1.0-	2.0	sec	960	KBytes	7864	Kbits/sec
2.0-	3.0	sec	912	KBytes	7471	Kbits/sec
3.0-	4.0	sec	1008	KBytes	8258	Kbits/sec
4.0-	5.0	sec	960	KBytes	7864	Kbits/sec
5.0-	6.0	sec	952	KBytes	7799	Kbits/sec
6.0-	7.0	sec	1000	KBytes	8192	Kbits/sec
7.0-	8.0	sec	1024	KBytes	8389	Kbits/sec
8.0-	9.0	sec	968	KBytes	7930	Kbits/sec
9.0-	10.0	sec	1008	KBytes	8258	Kbits/sec
0.0-10.0		sec	9728	KBytes	7958	Kbits/sec

7.2 ANEXO B – Resultados do Primeiro Ciclo de Testes

5 Testes de Carga no IIS									
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	438	6	3	5	1	228	0.0	0,7360231226	4,00
Praia	428	5	2	4	1	134	0.0	0,7246548577	3,80
Ringtones	420	4	3	4	1	203	0.0	0,7131795582	4,70
TOTAL	1286	5	3	4	1	228	0.0	2,1738575385	12,50
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	432	5	5	6	3	18	0.0	0,7205367999	4,00
Praia	426	4	5	5	3	42	0.0	0,7165372078	3,70
Ringtones	410	5	5	6	3	23	0.0	0,6971994688	4,50
TOTAL	1268	5	5	6	3	42	0.0	2,1342734765	12,20
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	509	8	2	4	1	1277	0.0	0,8498744390	4,80
Praia	501	3	2	4	1	112	0.0	0,8444095369	4,40
Ringtones	490	6	2	4	1	199	0.0	0,8341334205	5,50
TOTAL	1500	6	2	4	1	1277	0.0	2,5284173964	14,70
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	466	8	2	4	1	1134	0.0	0,7779385963	4,40
Praia	452	4	2	4	1	113	0.0	0,7619754044	4,00
Ringtones	441	5	3	4	1	189	0.0	0,7550102894	5,00
TOTAL	1359	6	2	4	1	1134	0.0	2,2949242900	13,40
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	516	7	2	4	1	1046	0.0	0,8610662871	4,90
Praia	505	4	2	4	1	114	0.0	0,8508688129	4,50
Ringtones	496	4	2	4	1	84	0.0	0,8438732421	5,60
TOTAL	1517	5	2	4	1	1046	0.0	2,5558083420	15,00

5 Testes de Carga no Apache									
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	391	5	5	7	3	85	0.0	0,6527513218	3,60
Praia	381	4	5	5	3	17	0.0	0,6417804100	3,30
Ringtones	368	5	5	6	3	25	0.0	0,6251528907	4,10
TOTAL	1140	5	5	6	3	85	0.0	1,9196846225	11,00
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	433	6	5	7	3	260	0.0	0,7225602328	4,00
Praia	423	5	5	7	3	61	0.0	0,7114648439	3,60
Ringtones	412	5	5	7	3	55	0.0	0,7008900623	4,60
TOTAL	1268	5	5	7	3	260	0.0	2,1349151390	12,20
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	419	5	5	6	3	22	0.0	0,6983275139	3,90
Praia	408	4	4	6	2	28	0.0	0,6865519945	3,50
Ringtones	396	5	5	6	3	33	0.0	0,6759259417	4,40
TOTAL	1223	5	5	6	2	33	0.0	2,0608054502	11,80
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	499	5	5	6	3	126	0.0	0,8326658657	4,60
Praia	490	5	4	6	2	70	0.0	0,8240764878	4,20
Ringtones	478	5	5	6	3	62	0.0	0,8125879737	5,30
TOTAL	1467	5	5	6	2	126	0.0	2,4693303272	14,10
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	524	5	5	6	3	27	0.0	0,8746993221	4,80
Praia	512	4	4	5	2	16	0.0	0,8613018106	4,40
Ringtones	502	5	5	6	3	26	0.0	0,8526857904	5,50
TOTAL	1538	4	5	6	2	27	0.0	2,5886869231	14,70

7.3 ANEXO C – Resultados do Segundo Ciclo de Testes

Testes com Maior Carga no IIS									
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2364	6	3	6	1	454	0.0	0,7889625343	4,8
Praia	2344	6	3	7	1	453	0.0	0,7894488677	4,1
Ringtones	2324	6	3	7	1	408	0.0	0,7895765030	5,2
TOTAL	7032	6	3	7	1	454	0.0	2,3468631731	14,1
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2367	4	3	6	1	280	0.0	0,7890210406	4,5
Praia	2346	4	2	6	1	112	0.0	0,7893568054	4,1
Ringtones	2326	4	3	6	1	280	0.0	0,7896416398	5,2
TOTAL	7039	4	2	6	1	280	0.0	2,3463959039	14
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2367	4	3	6	1	248	0.0	0,7890341915	4,5
Praia	2348	4	2	6	1	193	0.0	0,7895117334	4,1
Ringtones	2327	5	2	6	1	2886	0.0	0,7890783687	5,2
TOTAL	7042	4	2	6	1	2886	0.0	2,3474194054	14
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2368	4	2	5	1	159	0.0	0,7893491203	4,9
Praia	2348	4	2	5	1	158	0.0	0,7898888840	4,1
Ringtones	2328	4	2	5	1	156	0.0	0,7897227490	5,2
TOTAL	7044	4	2	5	1	159	0.0	2,3480156534	14,2
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2362	5	3	7	1	154	0.0	0,7889427766	4,9
Praia	2341	6	3	7	1	2295	0.0	0,7887333434	4,1
Ringtones	2321	6	3	8	1	2897	0.0	0,7886590757	5,2
TOTAL	7024	6	3	7	1	2897	0.0	2,3461194169	14,2

Testes com Maior Carga no Apache									
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2366	5	4	6	2	142	0.0	0,7889033377	4,40
Praia	2346	4	4	5	2	180	0.0	0,7890143375	4,00
Ringtones	2326	5	4	6	2	143	0.0	0,7890068216	5,10
TOTAL	7038	5	4	6	2	180	0.0	2,3465709989	13,50
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2366	7	5	12	2	204	0.0	0,7887245065	4,40
Praia	2344	7	4	11	2	468	0.0	0,7883973738	4,00
Ringtones	2325	7	5	11	2	213	0.0	0,7881810138	5,10
TOTAL	7035	7	5	11	2	468	0.0	2,3449843668	13,50
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2366	5	5	7	2	240	0.0	0,7888139119	4,40
Praia	2346	5	4	7	2	214	0.0	0,7887119386	4,10
Ringtones	2326	5	5	7	2	204	0.0	0,7886429983	5,10
TOTAL	7038	5	5	7	2	240	0.0	2,3462815538	13,60
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2362	7	5	11	2	652	0.0	0,7872651037	4,40
Praia	2341	7	4	10	2	717	0.0	0,7870997677	4,10
Ringtones	2324	7	4	10	2	709	0.0	0,7879835893	5,10
TOTAL	7027	7	4	11	2	717	0.0	2,3421303487	13,60
Rótulo	Número de Amostras	Média	Mediana	90% Line	Min	Max	Erros (%)	Throughput	KB/sec
Jogos	2362	8	5	12	2	329	0.0	0,7885950855	4,40
Praia	2342	8	4	11	2	330	0.0	0,7885070552	4,10
Ringtones	2322	8	5	13	2	302	0.0	0,7884603631	5,10
TOTAL	7026	8	5	12	2	330	0.0	2,3457062158	13,60